

DIALOG(R)File 351:Derwent WPI
(c) 2003 Thomson Derwent. All rts. reserv.

014771427 **Image available**

WPI Acc No: 2002-592133/200264

XRPX Acc No: N02-469826

Manufacturing ignition plug electrode involves joining electrode to precious metal using heat generated by continuously operating laser beam, causing melting in boundary region

Patent Assignee: BOSCH GMBH ROBERT (BOSC)

Inventor: BENZ A; FISCHER J; FUNK K; JUESTEL T; KLASSEN M; ULM H

Number of Countries: 025 Number of Patents: 004

Patent Family:

Patent No	Kind	Date	Applicat No	Kind	Date	Week
DE 10103045	A1	20020725	DE 1003045	A	20010124	200264 B
WO 200260025	A1	20020801	WO 2001DE4927	A	20011222	200264
BR 200109425	A	20021210	BR 20019425	A	20011222	200308
			WO 2001DE4927	A	20011222	
CN 1419724	A	20030521	CN 2001807145	A	20011222	200355

Priority Applications (No Type Date): DE 1003045 A 20010124

Patent Details:

Patent No Kind Lan Pg Main IPC Filing Notes

DE 10103045 A1 6 H01T-021/02

WO 200260025 A1 G H01T-021/02

Designated States (National): BR CN IN JP RU US

Designated States (Regional): AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LU MC NL PT SE TR

BR 200109425 A H01T-021/02 Based on patent WO 200260025

CN 1419724 A H01T-021/02

Abstract (Basic): DE 10103045 A1

NOVELTY - The method involves joining the electrode (1) to a precious metal (2) locally by using heat input generated by a continuously operating laser beam (3). This causes melting at least in the boundary region between the precious metal and the electrode. The precious metal can be completely melted by the heat.

DETAILED DESCRIPTION - INDEPENDENT CLAIMS are also included for the following: an electrode for an ignition plug.

USE - For manufacturing an ignition plug electrode.

ADVANTAGE - Non-uniformities in the surface are reduced.

DESCRIPTION OF DRAWING(S) - The drawing shows a schematic representation of a joining method

electrode (1)

precious metal (2)

laser beam (3)

pp; 6 DwgNo 1/2

Title Terms: MANUFACTURE; IGNITION; PLUG; ELECTRODE; JOIN; ELECTRODE; PRECIOUS; METAL; HEAT; GENERATE; CONTINUOUS; OPERATE; LASER; BEAM; CAUSE; MELT; BOUNDARY; REGION

Derwent Class: X22

International Patent Class (Main): H01T-021/02

International Patent Class (Additional): H01T-013/20

File Segment: EPI

Manual Codes (EPI/S-X): X22-A01E1A; X22-A01E1E

?

⑯ BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

⑯ **Offenlegungsschrift**
⑯ **DE 101 03 045 A 1**

⑯ Int. Cl. 7:
H 01 T 21/02
H 01 T 13/20

DE 101 03 045 A 1

⑯ Aktenzeichen: 101 03 045.2
⑯ Anmeldetag: 24. 1. 2001
⑯ Offenlegungstag: 25. 7. 2002

⑯ Anmelder:

Robert Bosch GmbH, 70469 Stuttgart, DE

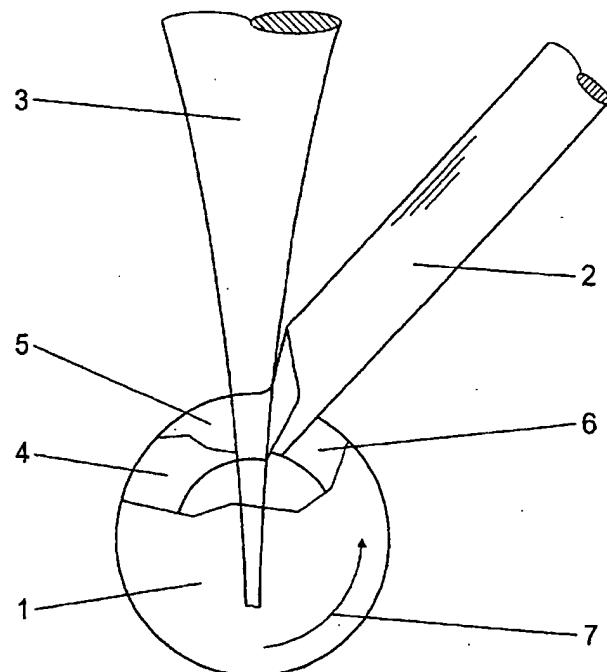
⑯ Erfinder:

Juestel, Thomas, 96114 Hirschaid, DE; Ulm, Heinz,
91358 Kunreuth, DE; Funk, Konrad, 96163
Gundelsheim, DE; Klassen, Martin, Dr., 71254
Ditzingen, DE; Fischer, Jochen, Dr., 96052 Bamberg,
DE; Benz, Andreas, 96052 Bamberg, DE

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

⑯ Verfahren zur Herstellung einer Zündkerzelektrode

⑯ Es wird ein Verfahren zum Verbinden einer Elektrode (1, 1') einer Zündkerze mit einem Edelmetall (2) beschrieben, bei dem das Edelmetall (2) mit einem mittels eines kontinuierlich arbeitenden Laserstrahls (3) erzeugten Wärme- eintrag lokal mit der Elektrode (1, 1') verbunden wird (Figure 1).



DE 101 03 045 A 1

Beschreibung

Stand der Technik

[0001] Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zum Verbinden einer Elektrode einer Zündkerze mit einem Edelmetall gemäß der im Oberbegriff des Patentanspruches 1 näher definierten Art.

[0002] Zündkerzen mit einer Elektrode, wie z. B. einer Mittelelektrode, bei der das vordere Ende der Mittelelektrode mit einer Edelmetallspitze versehen ist oder bei denen umfänglich in einem Bereich ein Edelmetall angebracht ist, sind aus dem Stand der Technik schon seit längerer Zeit bekannt.

[0003] So wird beispielsweise in der EP 0 637 113 B1 eine Zündkerze mit einer Mittelelektrode beschrieben, die eine hitze- und erosionsbeständige Nickellegierung aufweist, wobei das vordere Ende der Mittelelektrode mit einer Edelmetallspitze aus Iridium oder Ruthenium gebildet ist. Die Nickellegierung weist dabei eine Wärmeleitfähigkeit von etwa $30 \text{ Wm}^{-1}\text{K}^{-1}$ oder größer auf. In dieser Druckschrift wird ausgeführt, daß die Edelmetallspitze eine scheibenförmige Form aufweist und konzentrisch an dem vorderen Ende des Elektrodenmetalls angeordnet ist.

[0004] Durch die Verwendung beispielsweise eines YAG-Lasers werden Laserstrahlen auf eine Grenzfläche Edelmetallspitze/vorderes Ende des Elektrodenmetalls aufgebracht, wobei die Edelmetallspitze mit einer entsprechenden Kraft gegen das vordere Ende des Elektrodenmetalls, worauf das Edelmetall aufgebracht werden soll, gedrückt wird.

[0005] Aus der EP 0 400 950 B1 ist ein Verfahren zur Herstellung einer Zündkerze bekannt, wobei ein Iridium-Pulver-Preßling hergestellt wird, der die Zündspitze der Mittelelektrode der Zündkerze bildet. Dieser Iridium-Pulver-Preßling wird in einem Vakuum oder in einer nicht oxidiierenden bzw. reduzierenden Atmosphäre gesintert, und die Zündspitze wird mit dem vorderen Ende der Mittelelektrode metallurgisch verbunden. Das metallurgische Verbinden kann dabei beispielsweise unter Verwendung des Elektronenstrahlschweißens oder Laserschweißens durchgeführt werden.

[0006] Ebenso beschreiben die US 5,811,915 und die DE 196 41 856 A1 das Vorsehen von Edelmetallplättchen auf einer Zündkerzelektrode, wie beispielsweise einer Masse- oder einer Mittelelektrode. Das Aufbringen der Edelmetallplättchen erfolgt gemäß dieser Dokumente durch Laserschweißen, und zwar mit Hilfe eines Nd:YAG-Lasers.

[0007] Auch die EP 0 575 163 B1 beschreibt das Aufschweißen eines Edelmetallplättchens auf eine Mittelelektrode einer Zündkerze, wobei sich die Schweißnaht am Umfang der Grenzfläche zwischen dem Edelmetallblättchen und der Endfläche der Mittelelektrode befindet. Zum Aufschweißen wird hierbei ein YAG-Laser verwendet.

[0008] In der US 4,963,112 wird ebenso die Befestigung eines Edelmetallblättchens auf einer Elektrode einer Zündkerze offenbart, wobei die Befestigung wieder mittels Laserschweißen erfolgt. Dabei wird beschrieben, daß gepulster Laser bevorzugt verwendet werden.

[0009] Ebenso beschreiben die US 5,461,210, die EP 0 588 495 B1 und die EP 0 587 446 B1 das Aufbringen von Edelmetallplättchen auf Zündkerzelektroden. Auch hierbei wird zum Aufschweißen der Edelmetallplättchen immer ein gepulster Laserstrahl verwendet.

[0010] Allen diesen aus dem Stand der Technik bekannten Verfahren zum Aufbringen eines Edelmetallblättchens oder einer sonstigen Form eines Edelmetalls auf eine Elektrode einer Zündkerze ist jedoch gemeinsam, daß das Aufbringen mit Hilfe eines gepulsten Lasers erfolgt.

[0011] Bei derartigen Verbindungsverfahren mit Hilfe von gepulsten Laserstrahlquellen wird das aneinander zu befestigende Material, d. h. die Elektrode und das Edelmetall, kontinuierlich aufgeschmolzen und wieder erstarrt. Dies bedeutet, es wird kein kontinuierliches Schmelzbad erzeugt.

[0012] Durch das permanente Aufschmelzen und wieder Erstarren des zu verbindenden Materials kann jedoch eine Durchmischung der Schmelzzone, d. h. eine gleichmäßige Legierungsverteilung, nur bedingt ermöglicht werden. Es entsteht daher eine relativ hohe Neigung zur Rißbildung in der Verbindungszone, weshalb die Standzeit derartiger Zündkerzen, die als sogenannte "Longlife-Kerzen" Verwendung finden, letztlich durch die relativ geringe Dauerhaltbarkeit der Verbindung Edelmetall/Elektrodenlegierung begrenzt ist.

[0013] Häufig wird als Werkstoff für die Elektrode eine Nickellegierung verwendet. Durch das Verbinden mittels eines gepulsten Laserstrahls entstehen unerwünschte, nikelleiche und damit weniger gegen Erosion und Korrosion widerstandsfähige Legierungsbereiche.

[0014] Betrachtet man die Oberfläche einer mittels eines gepulsten Laserstrahls geschweißten, mit einem Edelmetall versehenen Elektrode, so ist diese sehr unregelmäßig, da kein kontinuierlicher Schmelzonenbereich erzeugt werden kann, sondern das Material immer wieder aufgeschmolzen wird und erstarrt. Es kann daher notwendig sein, daß die Oberfläche nach dem Verschweißen nachbehandelt wird.

Vorteile der Erfindung

[0015] Das vorgeschlagene Verfahren zum Verbinden einer Elektrode einer Zündkerze mit einem Edelmetall mit den Merkmalen nach dem Oberbegriff des Patentanspruches 1, bei dem ein Edelmetall mit einem kontinuierlich arbeitenden Laserstrahl lokal auf eine Elektrode aufgeschmolzen wird, hat demgegenüber den Vorteil, daß die Ungleichmäßigkeiten der Oberfläche verringert werden. Gleichzeitig werden innerhalb der vollständig oder zumindest teilweise aufgeschmolzenen Zone Risse, Poren, Lunker und Schwankungen der jeweiligen Legierungsanteile, die alle die Verbindung Edelmetall/Elektrodenmaterial schwächen, vermieden. Somit kann mit einem erfundungsgemäßen Verfahren die Standzeit des Bauteils beim Betrieb erhöht werden, da solche Schwachstellen vermieden oder zumindest minimiert werden können.

[0016] Dadurch, daß durch die gleichmäßige Aufschmelzung der Verbindungspartner in der Kontaktzone die bei der Verwendung von gepulsten Laserstrahlen bekannten Erstarungsrisse vermieden werden, wird auch der Korrosionsangriff entlang dieser Risse vermieden und damit ein vorzeitiger Ausfall der Verbindung unterbunden. Dies ist insbesondere bei dem Einsatz der Zündkerzen im Motorenbereich wichtig.

[0017] Weiterhin kann dadurch, daß ein kontinuierlich arbeitender Laser verwendet wird, die Aufheiz- und Abkühlgeschwindigkeit des Schmelzonenbereichs auf die jeweiligen Werkstoffe und die Art der erwünschten Verbindung eingestellt werden, wodurch auch eine bestimmte Phasenzusammensetzung im Verbindungsreich erreicht wird.

[0018] Ferner ist durch einen kontinuierlich arbeitenden Laser auch eine breitere Variation an verwendbaren Legierungszusammensetzungen für die Werkstoffe möglich. Die Standzeitoptimierung kann daher auch über optimierte Legierungszusammensetzungen für die Werkstoffe erfolgen und ist nicht, wie bisher, durch eine gute oder eingeschränkte Schweißeignung für einen gepulsten Laser bestimmt.

[0019] Als weiterer Vorteil der Erfindung ist anzuführen,

daß das Spektrum an mit einem kontinuierlichen Laserstrahl erzielbaren Schmelzzonengeometrien viel breiter ist als dies bei einem gepulsten Laser der Fall ist.

[0020] Weiterhin sind höhere Prozeßgeschwindigkeiten erreichbar, was auch zu einer Kosteneinsparung bei der Herstellung und zu einer verringerten Wärmeverlust des herzustellenden Bauteiles führt.

[0021] Es ergibt sich also zusammenfassend insgesamt eine verbesserte Schmelzzone zwischen Edelmetall und Elektrode, die zu einer höheren Standzeit der Elektrode und damit zu einer besseren Funktion des Produktes der Zündkerze, führt.

[0022] Nach einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung wird die Edelmetalleinlage umfänglich über eine gewisse Breite bandartig auf die Elektrode aufgebracht. Derart hergestellte Elektroden kommen beispielsweise bei sogenannten Gleitfunkenkerzen oder Luftgleitfunkenkerzen zum Einsatz.

[0023] Gemäß einer weiteren bevorzugten Ausführungsform der Erfindung wird die Edelmetalleinlage auf eine Stirnseite der Mittelelektrode aufgebracht. Beim Aufbringen der Edelmetalleinlage auf die Stirnseite der Mittelelektrode sollte aber vorzugsweise das Edelmetallteil nicht vollständig aufgeschmolzen werden, sondern nur in ihrem Verbindungsbereich. So wird eine Zündkerzenelektrode mit einer Spitze aus verschleißfestem Edelmetall geschaffen.

[0024] Erfolgt das Aufbringen des Edelmetalls erfindungsgemäß mittels eines kontinuierlich arbeitenden Laserstrahls, kann neben einem Nd:YAG- oder CO₂- auch ein Diodenlaser eingesetzt werden.

[0025] Gemäß der vorliegenden Erfindung kann das Edelmetall auf eine Elektrode entweder derart aufgebracht werden, daß es vollständig aufgeschmolzen und damit in die Elektrode eingelagert wird oder aber daß das Edelmetall nicht vollständig aufgeschmolzen wird, sondern nur am Randbereich aufgeschmolzen wird und dabei in diesem Randbereich mit der Elektrode verbunden wird.

[0026] Weitere Vorteile und vorteilhafte Ausgestaltungen des Gegenstandes nach der Erfindung ergeben sich aus der Beschreibung, der anhängenden Zeichnung und den Patentansprüchen.

Zeichnung

[0027] Zwei Ausführungsbeispiele eines Verfahrens zum Verbinden einer Zündkerzenelektrode mit einer Edelmetalleinlage sind in der Zeichnung schematisch vereinfacht dargestellt und werden nachfolgend in der Beschreibung näher erläutert. Es zeigen

[0028] Fig. 1 eine schematische Darstellung eines Verbindungsverfahrens, bei dem ein Edelmetall auf eine Elektrode als Drahtwerkstoff zugeführt wird, und

[0029] Fig. 2A und Fig. 2B jeweils eine schematische Darstellung eines Verfahrensschrittes eines weiteren Verfahrens zum Verbinden einer Elektrode mit einer Edelmetalleinlage nach Art einer Dachelektrode.

Beschreibung der Ausführungsbeispiele

[0030] In Fig. 1 ist beispielhaft ein einstufiger Beschichtungsprozeß einer Elektrode, d. h. ein Verfahren zum Verbinden einer Zündkerzenelektrode 1 mit einem Edelmetall 2, dargestellt. Unter Edelmetall 2 gemäß der vorliegenden Erfindung kann ein reines Edelmetall oder auch eine jegliche Edelmetalllegierung verstanden werden, die für den jeweiligen Einsatz geeignet ist.

[0031] Die Fig. 1 zeigt insbesondere einen Schnitt durch die Zündkerzenelektrode 1, welche hier eine Mittelelektrode

darstellt, die im Bereich einer vorgefertigten Nut 6 mit einem aufgeschmolzenen Edelmetall 2 aufgefüllt wird und beispielsweise Anwendung in einer Gleitfunkenkerze oder Luftgleitfunkenkerze findet. Der Schnitt durch die Mittelelektrode 1 gemäß Fig. 1 ist dabei entlang der Nut 6 durchgeführt.

[0032] Zum Aufschmelzen wird erfindungsgemäß ein kontinuierlicher Laser 3 verwendet, wobei beispielsweise ein Nd:YAG- oder ein CO₂- oder Diodenlaser eingesetzt werden kann. Besonders eignet sich ein Diodenlaser, da dieser heutzutage bezüglich der Investitions- und Betriebskosten deutlich vorteilhafter als ein Nd:YAG- oder CO₂-Laser ist.

[0033] Das Edelmetall 2, das hier beispielsweise Platin sein kann, wird gemäß der gezeigten bevorzugten Ausführungsform als Drahtwerkstoff permanent zugeführt und mit dem kontinuierlichen Laserstrahl 3 im Bereich der vorgefertigten Nut 6 auf die Mittelelektrode 1 aufgeschmolzen und als Schmelze 5 in die Nut 6 eingefüllt, so daß das Edelmetall 2 auf die Elektrode 1 gleichsam aufgewickelt wird.

[0034] Gleichzeitig wird auch der Grundwerkstoff der Mittelelektrode 1 angeschmolzen, und es bildet sich eine Legierung aus einem geringen Anteil des aufgeschmolzenen Grundwerkstoffs der Mittelelektrode 1 und des Werkstoffs des Edelmetalldrahtes 2.

[0035] Aus diesem kontinuierlich ablaufenden Herstellungsprozeß des Aufschweißens des Edelmetalles 2 erfolgt eine homogene Durchmischung der Schmelzzone und damit eine gleichmäßige Legierungsteilung, die zu erhöhten Standzeiten und einer glatten Oberfläche der Mittelelektrode 1 führt.

[0036] Ferner sind höhere Prozeßgeschwindigkeiten erzielbar, woraus wiederum eine kostengünstige Bearbeitung und eine verringerte Wärmeverlust des Bauteils, sprich der Mittelelektrode 1, resultiert.

[0037] Durch den gleichmäßigen Temperatureintrag über dem Schmelzzonebereich kommt es zu geringeren Wärmespannungen als bei aus dem Stand der Technik bekannten gepulsten Laserverfahren und damit wiederum zu einer erhöhten Standzeit der Mittelelektrode 1.

[0038] Die Optimierung der Oberflächengüte ist dabei am Erzeugnis klar optisch erkennbar. Auch Schliffbilder zeigen deutlich die insbesondere im Bezug auf die Durchmischung verbesserte Schweißzone.

[0039] Die Aufheiz- und Abkühlgeschwindigkeit kann dabei eingestellt werden, wodurch die Rißbildung in der Schmelzzone und dem Elektrodengrundmaterial weiter unterbunden bzw. minimiert wird. Es ist durch die Variation der Aufheiz- und Abkühlgeschwindigkeit auch eine breite Variation an Legierungszusammensetzungen möglich.

[0040] In den Fig. 2A und 2B ist nun ein Herstellungsprozeß für eine weitere Elektrodenart, nämlich eine sogenannte Dachelektrode dargestellt. Hierbei wird zum Schweißen der Verbindung zwischen dem Edelmetall 2 und der Nickellegerung der Elektrode 1' ein kontinuierlich arbeitender Laserstrahl (Continous wave bzw. CW-Laser), vorzugsweise ein Nd:YAG-Laser, eingesetzt.

[0041] Wie in der Fig. 2A zu sehen ist, wird ein Teil aus Edelmetall 2, vorzugsweise in einer zylindrischen Form, auf eine Stirnseite der Elektrode 1', die hier eine Mittel- oder Masselektrode einer Zündkerze darstellt, aufgesetzt bzw. in eine Vertiefung 6 derselben eingesteckt.

[0042] Dabei ist die Vertiefung 6 in der Stirnseite der Elektrode 1' vorzugsweise derart ausgeformt, daß beim Einstecken des Edelmetallteiles 2 dieses fest mit der Elektrode 1' verbunden ist.

[0043] Wie in der Fig. 2B ersichtlich ist, rotieren in einem anschließenden Verfahrensschritt die derart kontaktierten

Verbindungspartner, nämlich Edelmetall **2** und Zündkerzen-elektrode **1'** mit einer an die Energiemenge eines CW-Lasers angepaßten Drehzahl in Richtung des Pfeils **7**. Der Laserstrahl **3** wird auf die rotierende, zu verschweißende Zone fokussiert und entsprechend einer auf die Verbindungspartner bezüglich des Schmelzpunktes, der Wärmekapazität usw. abgestimmten Energierampe ein- und wieder ausgeschaltet. [0044] Im Ergebnis liegt dann eine Zündkerzenelektrode **1'** vor, deren Spitze aus einem Edelmetall **2** beziehungsweise einer Edelmetalllegierung besteht, die über eine gleichmäßige Schmelzzone mit der Nickellegierung der Elektrode **1'** dauerhaft verbunden ist. Dabei sollte bei einer derartigen mit einem Edelmetall **2** versehenen Elektrode **1'**, einer sogenannten Dachelektrode, das Edelmetall **2** nicht vollständig, sondern nur in seinem Verbindungsbereich aufgeschmolzen werden.

sprüche 9 bis 12, dadurch gekennzeichnet, daß sie eine Dachelektrode für eine Gleitfunkenkerze oder Luftgleitfunkenkerze ist.

14. Elektrode (1) einer Zündkerzenelektrode nach einem der Ansprüche 9 bis 13, dadurch gekennzeichnet, daß die Edelmetalleinlage (2) vollständig in die Elektrode (1) einlegiert ist.

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

Patentansprüche

1. Verfahren zum Verbinden einer Elektrode (1, 1') einer Zündkerze mit einem Edelmetall (2), **dadurch gekennzeichnet**, daß das Edelmetall (2) mit einem mittels eines kontinuierlich arbeitenden Laserstrahls (3) erzeugten Wärmeeintrag lokal mit der Elektrode (1, 22) verbunden wird. 20
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Wärmeeintrag mittels des kontinuierlich arbeitenden Laserstrahls (3) derart erfolgt, daß zumindest in einem Grenzbereich zwischen Edelmetall (2) und Elektrode (1, 1') ein Aufschmelzen erfolgt. 25
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß das Edelmetall (2) beim Wärmeeintrag vollständig aufgeschmolzen wird. 30
4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Edelmetall (2) umfänglich auf die Elektrode (1) aufgebracht wird. 35
5. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Edelmetall (2) auf einer Stirnseite der Elektrode (1') aufgebracht wird. 40
6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Laserstrahl (3) von einem Nd:YAG-, CO₂ oder Diodenlaser gebildet wird. 45
7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß ein als Draht ausgebildetes Edelmetall (2) einer in der Elektrode (1) vorgefertigten Nut (6) zugeführt wird und dabei mit dem Laserstrahl (3) auf die Elektrode (1) aufgeschmolzen wird. 50
8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß eine als Zylinder ausgebildete Edelmetall (2) auf die Stirnseite einer Elektrode (1') aufgesetzt wird und dann mit dem Laserstrahl (3) in einem Bereich Grenzfläche zwischen Edelmetall (2) und Elektrode (1') aufgeschmolzen wird. 55
9. Elektrode (1, 1') einer Zündkerze, dadurch gekennzeichnet, daß sie nach einem Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche hergestellt ist. 60
10. Elektrode (1, 1') einer Zündkerze nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß sie eine Mittelelektrode ist. 65
11. Elektrode (1, 1') einer Zündkerze nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß sie eine Masseelektrode ist. 65
12. Elektrode (1, 1') einer Zündkerze nach einem der Ansprüche 9 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß sie im wesentlichen Nickel aufweist. 65
13. Elektrode (1') einer Zündkerze nach einem der An-

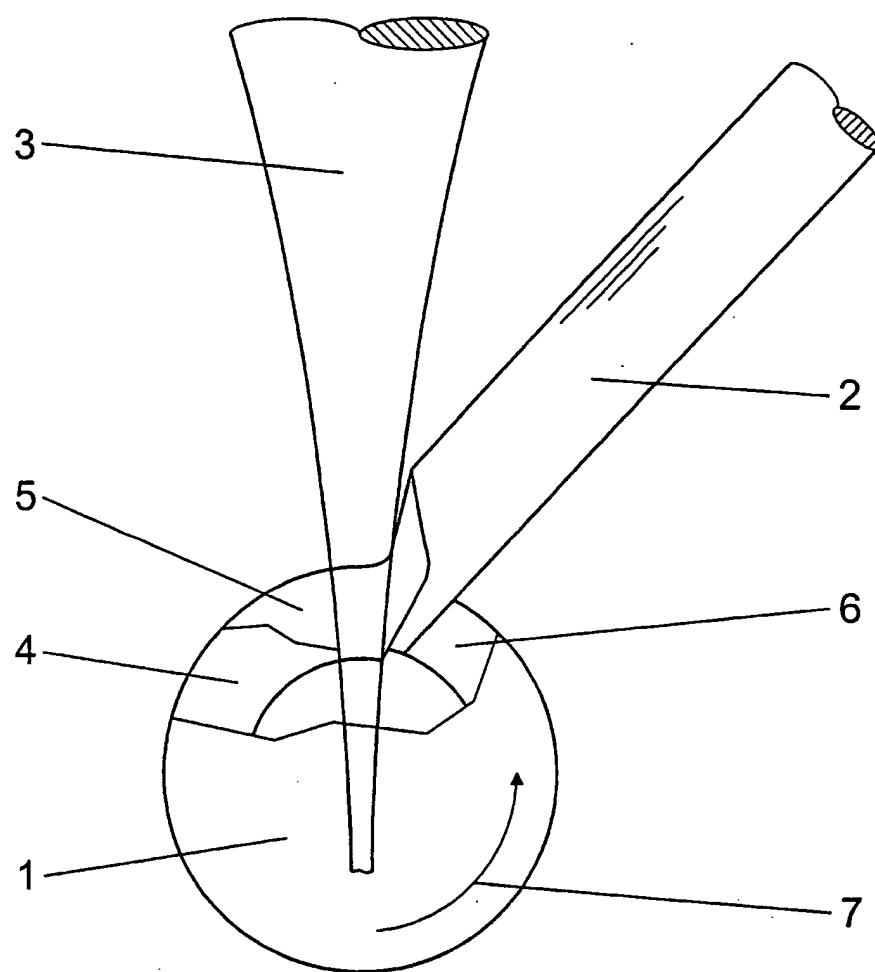


Fig. 1

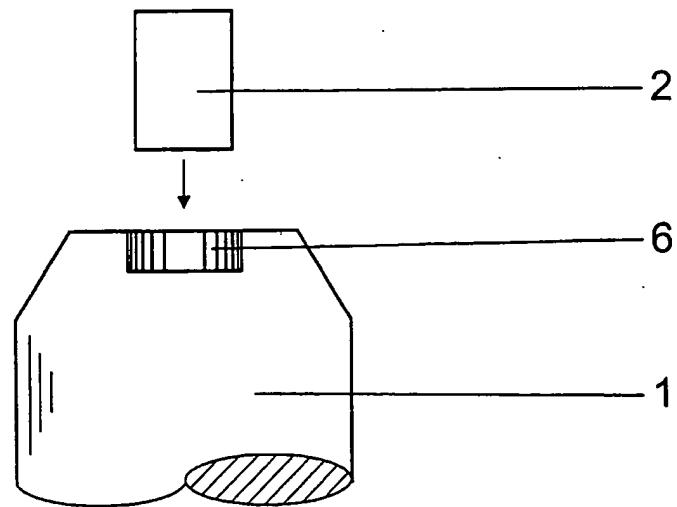


Fig. 2A

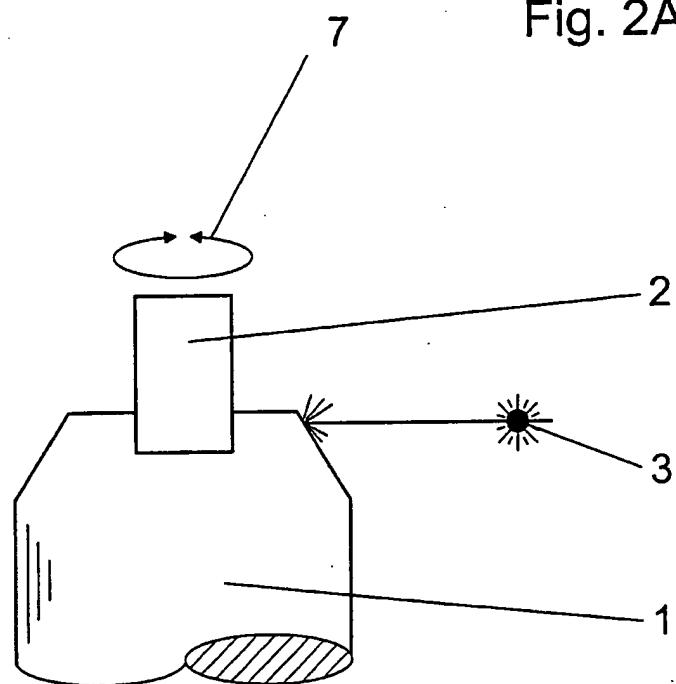


Fig. 2B